



88056526

**FÍSICA**  
**NIVEL SUPERIOR**  
**PRUEBA 2**

Jueves 17 de noviembre de 2005 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

0	0							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

---

**INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS**

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Sección A: conteste toda la sección A en los espacios provistos.
- Sección B: conteste dos preguntas de la sección B en los espacios provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas correspondientes de la portada de su examen los números de las preguntas que ha contestado.

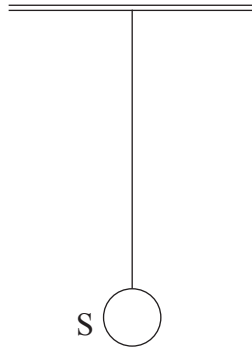


### SECCIÓN A

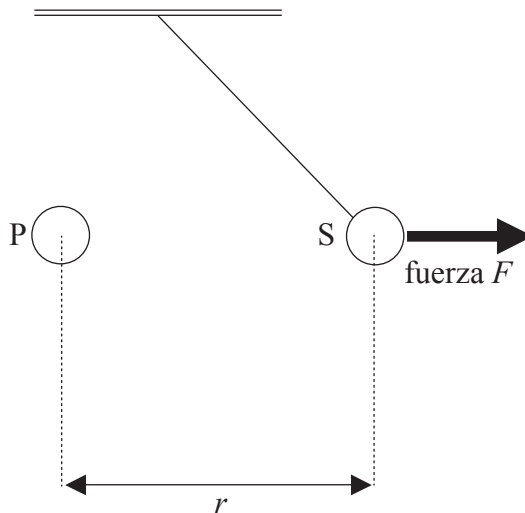
Conteste **todas** las preguntas utilizando los espacios provistos.

- A1.** Esta pregunta trata sobre un experimento de electrostática que pretende investigar cómo varía la fuerza entre dos cargas con la distancia existente entre ellas.

Una pequeña esfera cargada S cuelga verticalmente de un hilo aislante, como se muestra en la figura.



Una segunda esfera cargada P, idéntica a la anterior, se coloca próxima a S. Como muestra la figura, S es repelida.



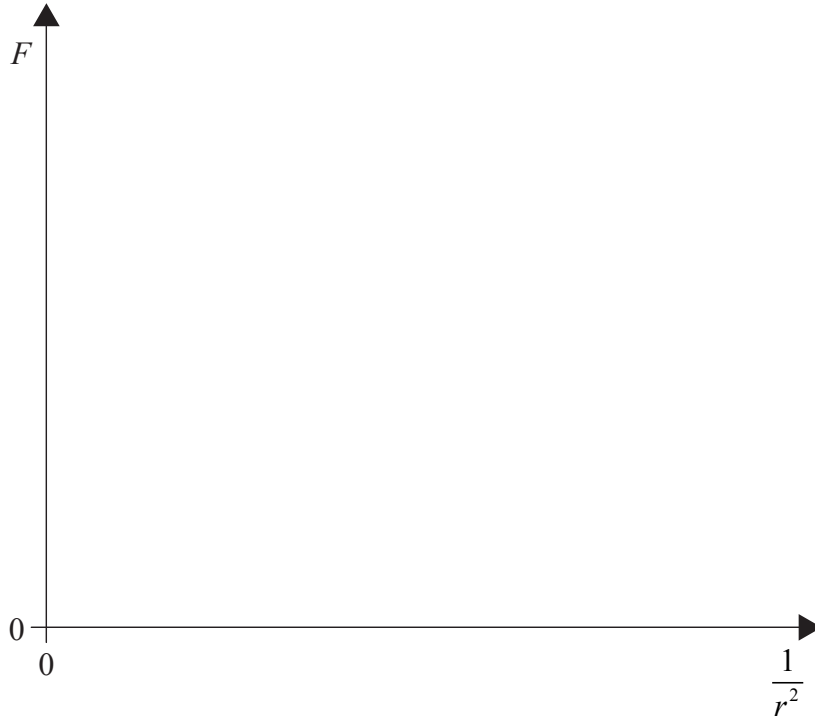
El módulo de la fuerza electrostática sobre la esfera S es  $F$ . La separación entre las dos esferas es  $r$ .

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



*(Pregunta A1: continuación)*

- (a) Sobre los ejes dibujados más abajo, dibuje un esquema gráfico para mostrar cómo, basándose en la ley de Coulomb, esperaría usted que  $F$  variara con  $\frac{1}{r^2}$ . [2]

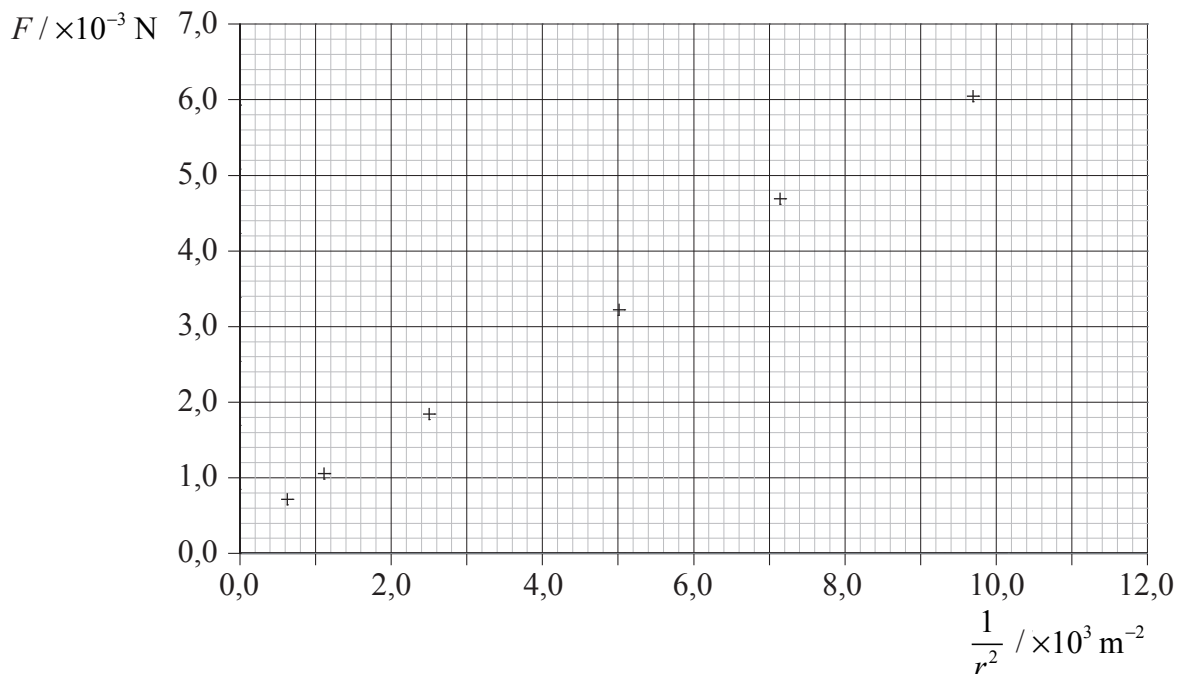


*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta A1: continuación)

Se determinan valores de  $F$  para diferentes valores de  $r$ . La variación de esos valores con  $\frac{1}{r^2}$  se muestra a continuación. Las incertidumbres estimadas de esos valores son despreciables.



(b) (i) Dibuje la línea de mejor ajuste para esos puntos. [2]

(ii) Utilice la gráfica para explicar si en el experimento hay errores aleatorios, sistemáticos o de ambos tipos. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(iii) Calcule el gradiente de la línea dibujada en (b) (i). [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A1: continuación)

- (iv) El valor de la carga de cada esfera es el mismo. Utilice su respuesta a (b) (iii) para calcular dicho valor. [4]

.....  
.....  
.....  
.....

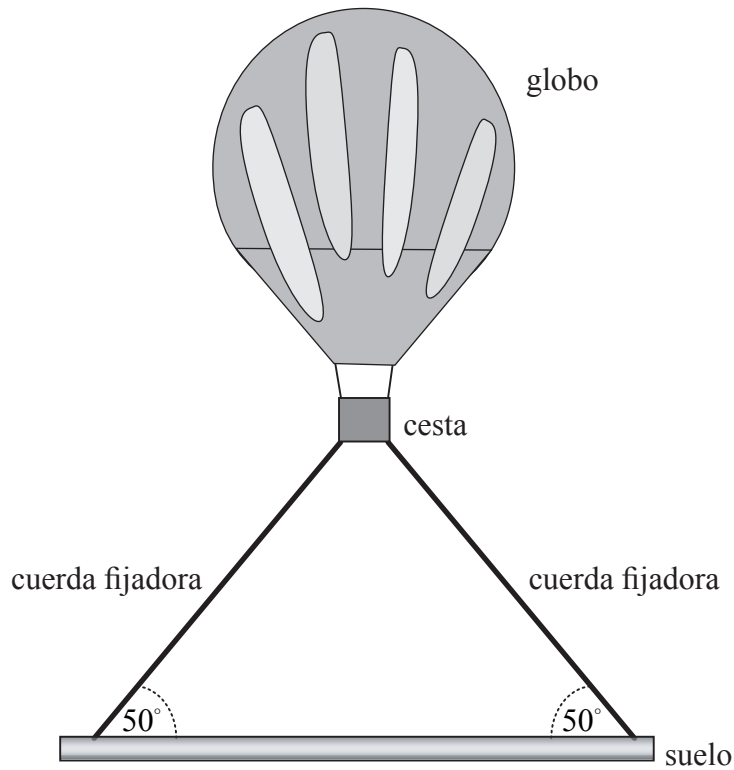
- (c) Explique cómo puede utilizarse un gráfico que muestre la variación de  $\log F$  con  $\log r$ , para confirmar la relación entre  $r$  y  $F$ . [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



A2. Esta pregunta trata de un globo de los utilizados para transportar equipamiento científico.

El diagrama de más abajo representa un globo justamente antes de despegar. La cesta del globo está sujeta por dos cuerdas fijadas al suelo.



Sobre el globo actúa una fuerza  $F$ , vertical y hacia arriba, de  $2,15 \times 10^3$  N. La masa total del globo y de su cesta es de  $1,95 \times 10^2$  kg.

(a) Indique el módulo de la fuerza resultante sobre el globo, cuando está fijado al suelo. [1]

.....

(b) Calcule la tensión de **cualquiera** de las cuerdas fijadoras. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A2: continuación)

- (c) Se sueltan las cuerdas fijadoras y el globo acelera hacia arriba. Calcule el módulo de la aceleración inicial. [2]

.....  
.....  
.....

- (d) El globo alcanza una velocidad límite 10 segundos después de despegar. La fuerza  $F$  hacia arriba permanece constante. Describa cómo varía la fuerza de rozamiento del globo con el aire durante los primeros 10 segundos de su vuelo. [2]

.....  
.....  
.....  
.....



**A3.** Esta pregunta trata sobre la energía de enlace nuclear y sobre la desintegración nuclear.

(a) Indique cuál es el significado de *nucleón*. [1]

.....  
.....  
.....

(b) Defina el significado de *la energía de enlace* de un núcleo. [1]

.....  
.....  
.....

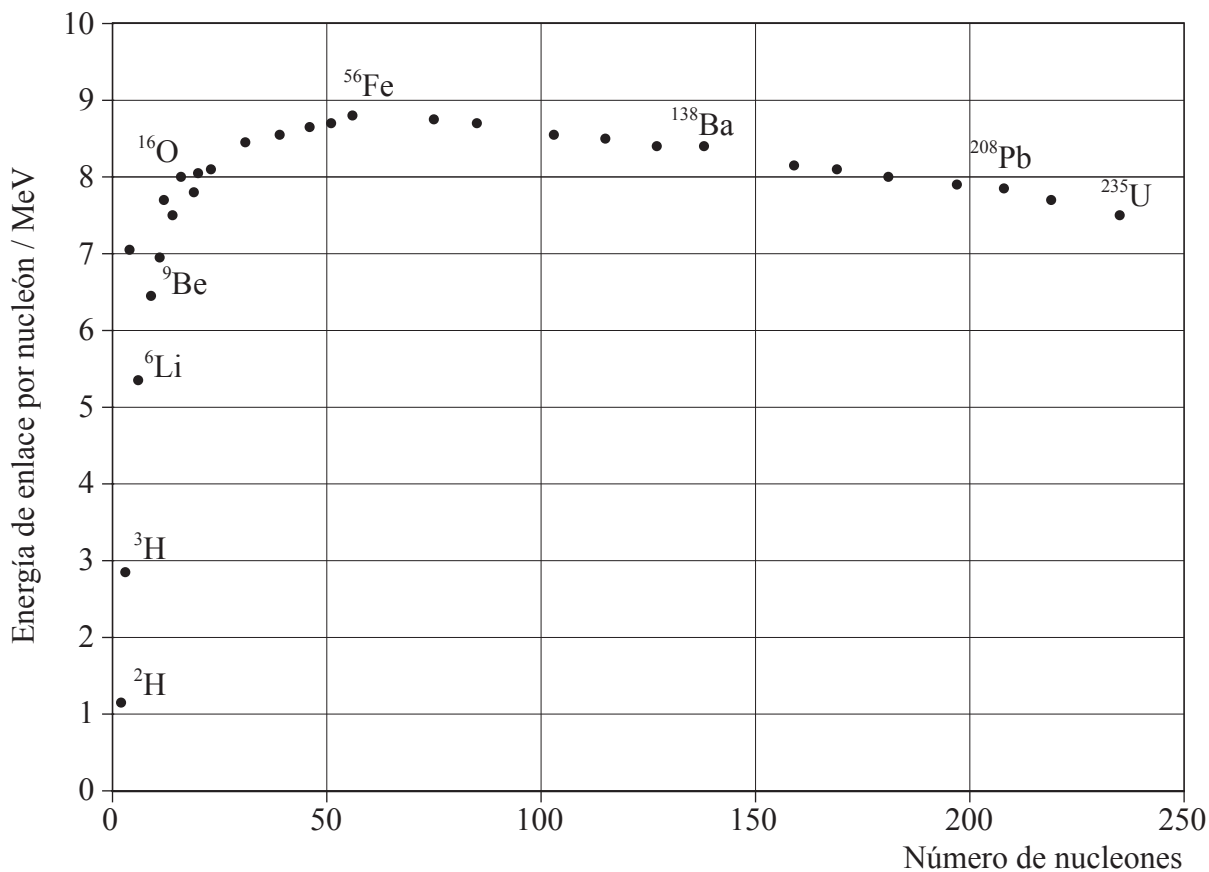
*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*





(Pregunta A3: continuación)

El gráfico de más abajo muestra la variación de la energía de enlace por nucleón con el número de nucleones (número másico).



(c) Utilice el gráfico para explicar por qué puede liberarse energía, tanto en los procesos de fisión como en los de fusión. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A3: continuación)

(d) El carbono-11,  $^{11}_6\text{C}$ , experimenta desintegración  $\beta^+$  con una semivida de 20,5 minutos, para formar un isótopo del boro.

(i) Escriba la ecuación nuclear correspondiente a esa desintegración. [2]

.....  
.....  
.....

(ii) Deduzca que una muestra de carbono-11, de masa  $1,0 \times 10^{-15}$  kg, contiene  $5,5 \times 10^{10}$  átomos. [2]

.....  
.....  
.....

(iii) Calcule la actividad inicial de la muestra indicada en (d) (ii). [2]

.....  
.....  
.....



**SECCIÓN B**

*Esta sección consta de cuatro preguntas: B1, B2, B3 y B4. Conteste dos preguntas.*

**B1.** Esta pregunta tiene **dos** partes. La **Parte 1** trata de los circuitos eléctricos y la **Parte 2** trata de la física de la refrigeración.

**Parte 1** Circuitos eléctricos

Andrés se dispone a medir las características corriente-voltaje ( $I$ - $V$ ) de una bombilla de filamento. Dispone del equipo e información siguientes.

	<b>Información</b>
Batería	f.e.m. = 3,0 V, resistencia interna despreciable
Bombilla de filamento	rotulada "3 V, 0,2 A"
Voltímetro	resistencia = 30 kΩ, intervalo de lecturas entre 0,0 y 3,0 V
Amperímetro	resistencia = 0,1 Ω, intervalo de lecturas entre 0,0 y 0,5 A
Potenciómetro	resistencia = 100 Ω

(a) Para la bombilla de filamento, funcionando con brillo normal, calcule

(i) su resistencia. [1]

.....  
.....

(ii) la potencia que disipa. [1]

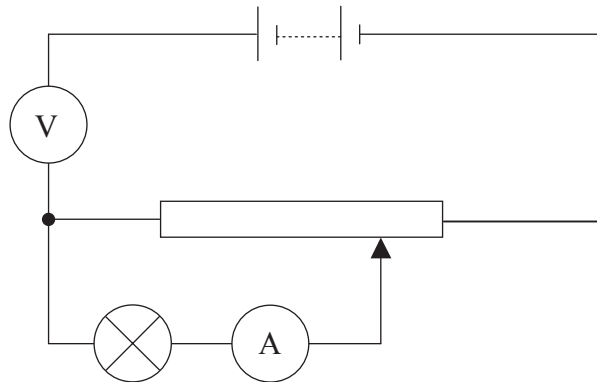
.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta B1, parte 1: continuación)

Andrés monta el siguiente circuito que es **incorrecto**.



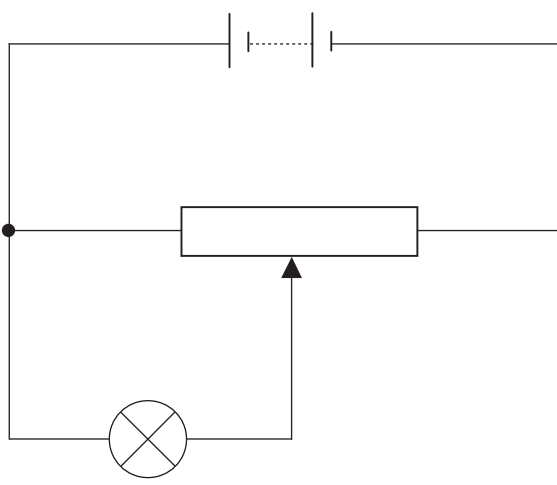
(b) (i) Explique por qué no lucirá la bombilla. [2]

.....  
.....  
.....

(ii) Indique la lectura aproximada del voltímetro. Explique su respuesta. [2]

.....  
.....  
.....

(c) Sobre el diagrama de circuito de más abajo, añada los símbolos de circuito que muestren la posición correcta del amperímetro y del voltímetro, con objeto de medir las características  $I-V$  de la bombilla. [2]

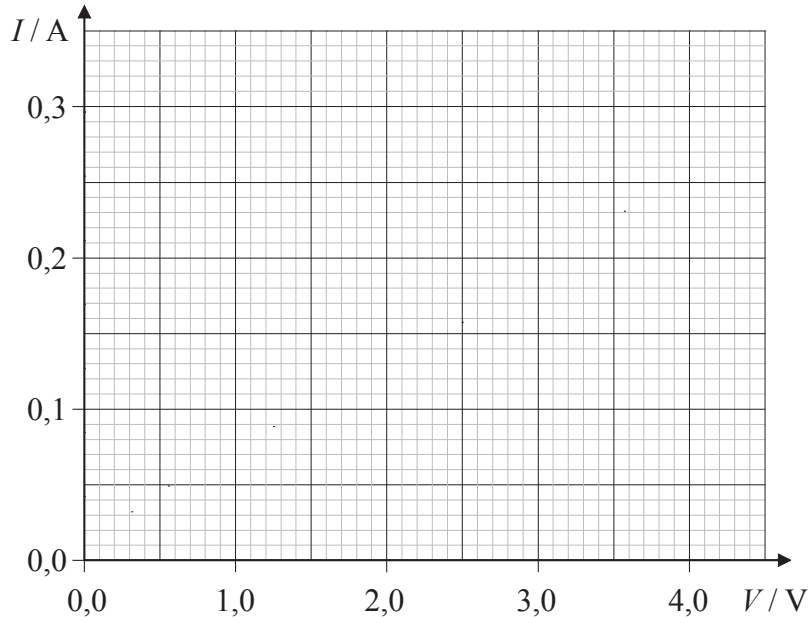


(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta B1, parte 1: continuación)*

- (d) Sobre los ejes de más abajo, dibuje un esquema gráfico que muestre las características  $I-V$  de la bombilla de filamento. [4]



- (e) Explique la forma de la gráfica que haya dibujado en (d). [2]

.....  
.....  
.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



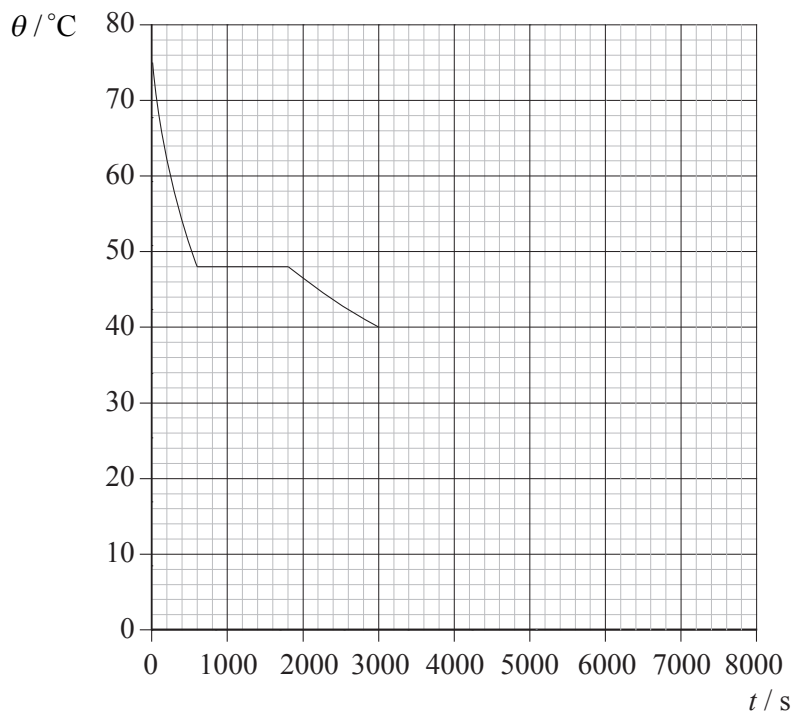
(Pregunta B1: continuación)

**Parte 2** La física de la refrigeración

(a) Explique qué se entiende por *temperatura de una sustancia*. [2]

.....  
.....

Un termómetro está situado en un líquido contenido en un vaso de precipitados abierto. A intervalos regulares se registra la temperatura del termómetro. La variación de la temperatura  $\theta$  con el tiempo  $t$  se muestra a continuación.



(b) La temperatura ambiente es de  $20^\circ\text{C}$ . Sobre el gráfico, continúe la línea para mostrar la variación de la temperatura con el tiempo durante los siguientes 3000 s. [2]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B1, parte 2: continuación)

(c) Tomando como referencia el gráfico, indique y explique el ritmo de pérdida de energía térmica de la sustancia entre

(i) 0 y 600 s. [2]

.....  
.....  
.....

(ii) 600 y 1800 s. [4]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

La masa del líquido es 0,11 kg y el calor específico del líquido es  $1300 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

(d) (i) Utilice el gráfico para deducir que el ritmo de pérdida de energía térmica, en el instante  $t=600 \text{ s}$ , es aproximadamente 4 W. [3]

.....  
.....  
.....  
.....

(ii) Calcule el calor latente de fusión del líquido. [3]

.....  
.....  
.....  
.....



**B2.** Esta pregunta tiene **dos** Partes. La **Parte 1** trata sobre campos y potencial y la **Parte 2** trata de la expansión de un gas.

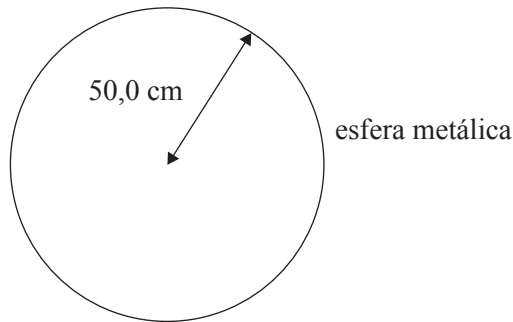
**Parte 1** Campos y potencial

Campos eléctricos y potencial

(a) Defina *potencial eléctrico*. [2]

.....  
.....  
.....

Una esfera metálica aislada, de radio 50,0 cm, está cargada positivamente. El potencial eléctrico en la superficie de la esfera es de 6,0 V.



(b) (i) Sobre el diagrama anterior, dibuje una línea que represente una superficie equipotencial exterior a la esfera. [1]

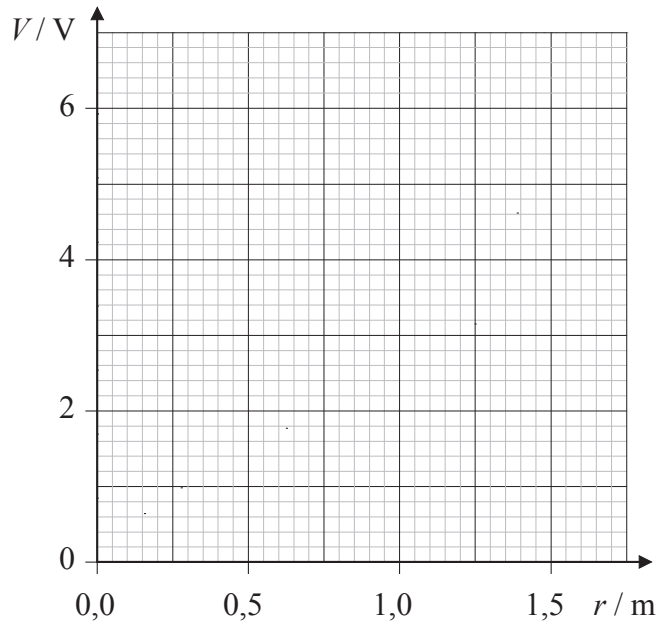
(Esta pregunta continúa en la siguiente página)





(Pregunta B2, parte 1: continuación)

- (ii) Sobre los ejes trazados más abajo, dibuje un esquema gráfico para mostrar cómo varía el potencial  $V$  en el exterior de la esfera, con la distancia  $r$  medida desde la superficie de la esfera. [4]



- (iii) Explique cómo puede utilizarse el gráfico dibujado en (b) (ii) para determinar el módulo de la intensidad de campo eléctrico en la superficie de la esfera. [2]

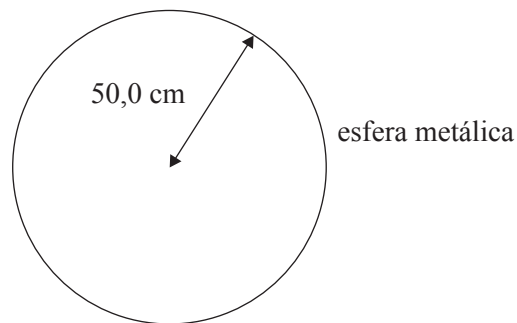
.....  
.....  
.....  
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta B2, parte 1: continuación)*

- (c) Sobre el diagrama de más abajo, dibuje líneas que representen el campo eléctrico en el exterior de la esfera. [2]



*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

*(Pregunta B2, parte 1: continuación)*

Campo gravitatorio y potencial

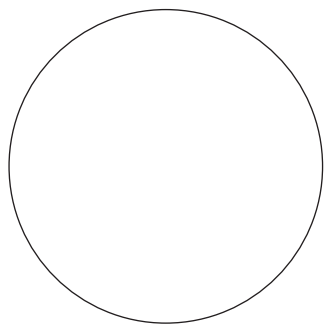
- (d) Deduzca una expresión para la intensidad de campo gravitatorio como función de la distancia a una masa puntual  $M$ . [3]

.....  
.....  
.....  
.....

- (e) El radio de la Tierra es de 6400 km y la intensidad de campo gravitatorio en su superficie es  $9,8 \text{ N kg}^{-1}$ . Calcule un valor para la masa de la Tierra. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

- (f) Sobre el diagrama siguiente, dibuje líneas que representen el campo gravitatorio en el exterior de la Tierra. [2]



*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



*(Pregunta B2, parte 1: continuación)*

- (g) Un satélite que orbita la Tierra se encuentra en el campo gravitatorio de la Tierra. Discuta por qué un astronauta en el interior del satélite se siente ingrávido. [3]

.....  
.....  
.....  
.....

- (h) Tanto el potencial gravitatorio en el exterior de la Tierra, como el potencial eléctrico en el exterior de la esfera, varían con la distancia. Compare esas variaciones. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta B2: continuación)

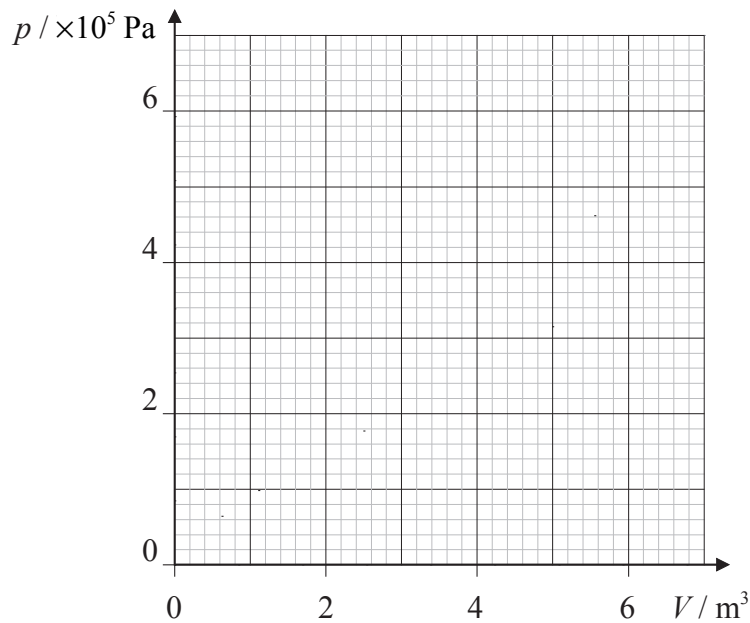
**Parte 2** Expansión de un gas

Un gas ideal con una presión inicial de  $4,0 \times 10^5 \text{ Pa}$  se expande isotérmicamente desde un volumen de  $3,0 \text{ m}^3$  hasta un volumen de  $5,0 \text{ m}^3$ .

- (a) Calcule la presión final del gas. [1]

.....  
 .....

- (b) Sobre los ejes de más abajo, dibuje un esquema gráfico para mostrar la variación de la presión  $p$  con el volumen  $V$ , durante la expansión. [3]



- (c) Utilice el esquema gráfico de (b) para
  - (i) estimar el trabajo realizado por el gas durante ese proceso. [2]

.....  
 .....

- (ii) explique por qué el trabajo realizado sería menor si el gas se expandiera adiabáticamente desde el mismo estado inicial hasta el mismo volumen final. [1]

.....  
 .....



**B3.** Esta pregunta trata de las ondas estacionarias y de su aplicación al modelo de Schrödinger del átomo de hidrógeno.

(a) Indique la diferencia entre ondas estacionarias y ondas viajeras. [2]

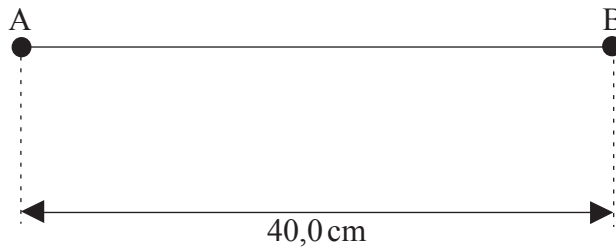
.....

.....

.....

.....

Una cuerda se mantiene tensa entre dos puntos fijos A y B. La distancia AB es 40,0 cm.



(b) (i) Indique la longitud de onda del modo resonante fundamental (primer armónico). [1]

.....

(ii) Sobre el diagrama anterior, esquematice la forma de la cuerda cuando vibra en el segundo modo resonante armónico. [1]

(iii) Explique por qué no es posible tener modos resonantes de frecuencias comprendidas entre las del primero y segundo armónicos. [2]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta B3: continuación)*

- (iv) La rapidez de la onda en la cuerda es de  $200 \text{ m s}^{-1}$ . Calcule la frecuencia del segundo armónico. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

- (v) Para una amplitud máxima dada, la energía de una onda estacionaria es proporcional a la  $(\text{frecuencia})^2$ . Calcule el cociente

$$\frac{\text{energía del segundo armónico}}{\text{energía del fundamental}},$$

suponiendo que ambos armónicos tienen la misma amplitud máxima. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta B3: continuación)

(c) El modelo de Schrödinger del átomo de hidrógeno incorpora el concepto de ondas de de Broglie.

(i) Describa el significado de *ondas de de Broglie*. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(ii) Un electrón tiene masa  $m$  y energía cinética  $E_C$ . Mostrar que su longitud de onda de de Broglie  $\lambda$  en términos de  $m$ ,  $E_C$  y la constante de Planck  $h$ , viene dada por la relación

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_C}}. \quad [2]$$

.....  
.....  
.....  
.....

(iii) Resuma un experimento que apoye la hipótesis de de Broglie. [5]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

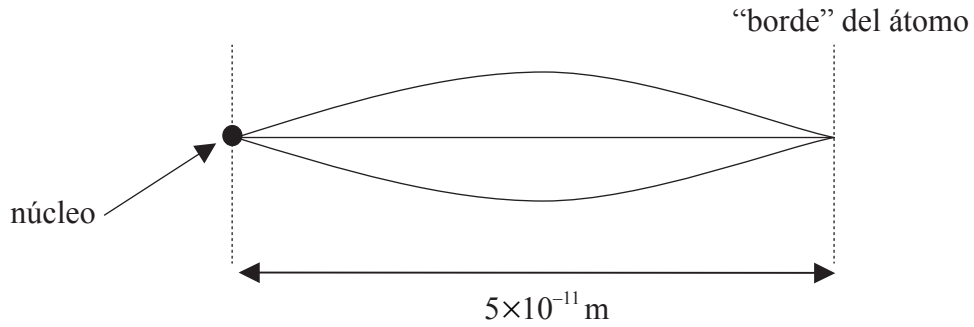
(Esta pregunta continúa en la siguiente página)





*(Pregunta B3: continuación)*

En un modelo sencillo del átomo de hidrógeno, el “tamaño” del átomo determina la energía cinética del electrón. Su longitud de onda de de Broglie es igual a la longitud de onda de la onda estacionaria delimitada por el núcleo y el “borde” del átomo, como se muestra en la figura siguiente.



El “borde” del átomo está a  $5 \times 10^{-11} \text{ m}$  del núcleo.

(d) (i) Indique la longitud de onda de de Broglie del electrón. [1]

.....

(ii) Se traslada el “borde” del átomo de hidrógeno más cerca del núcleo. Utilice su respuesta a (c) (ii) para describir qué cambios ocurren en la energía cinética del electrón. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



*(Pregunta B3: continuación)*

Un modelo diferente del átomo de hidrógeno toma en consideración el hecho de que la energía potencial eléctrica del electrón depende de su distancia al núcleo.

- (e) (i) Explique la variación de la energía potencial eléctrica del electrón con la distancia al núcleo. [3]

.....  
.....  
.....  
.....

- (ii) Utilice su respuesta a (e) (i) para explicar la variación de la energía cinética del electrón con la distancia al núcleo. [2]

.....  
.....

- (iii) Utilice su respuesta a (e) (ii) para sugerir cómo varía la longitud de onda de la onda estacionaria del electrón con la distancia al núcleo. [3]

.....  
.....



Página en blanco

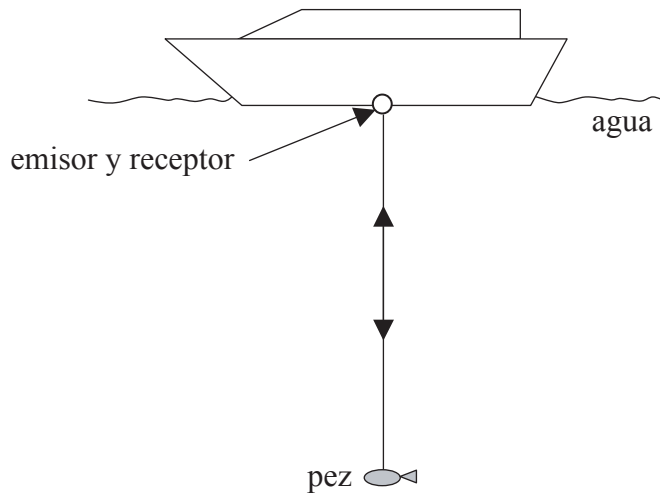


**B4.** Esta pregunta tiene **dos** partes. La **Parte 1** trata de las propiedades de las ondas sonoras y la **Parte 2** trata de la cinemática.

**Parte 1** Propiedades de las ondas sonoras

Reflexión y refracción

Un método para encontrar la posición de peces que se encuentran debajo de un barco es emitir un pulso de ondas sonoras desde la parte inferior del barco y determinar cuánto tiempo tarda el pulso en regresar, como se muestra más abajo. La rapidez de las ondas sonoras en el agua es de  $1500 \text{ ms}^{-1}$ .



(a) El tiempo transcurrido entre la salida del pulso desde el emisor hasta su llegada al receptor es de 12 ms. Calcule la distancia entre el fondo del barco y el pez. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

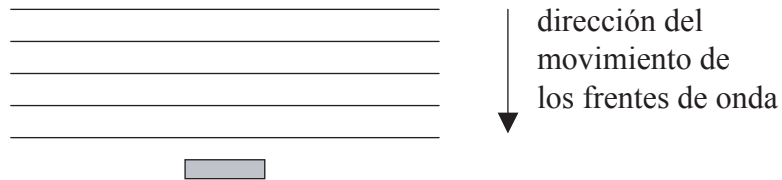
*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta B4, parte 1: continuación)

Para localizar al pez utilizando este método, los efectos de difracción en el pez deben ser minimizados.

- (b) (i) El diagrama de más abajo muestra diversos frentes de ondas planas incidentes sobre un obstáculo. Complete el diagrama para mostrar qué significa *difracción de los frentes de onda*. [2]



- (ii) Explique por qué se podría esperar que los efectos de difracción resultasen despreciables cuando un sonido de frecuencia 60 kHz incida sobre un pez grande. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B4, parte 1: continuación)

Se puede utilizar el efecto Doppler para determinar la rapidez de un objeto.

(c) (i) Explique qué se entiende por *efecto Doppler*. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(ii) Un tren se aproxima a un observador estacionario y, a continuación, lo sobrepasa. El tren se está moviendo con velocidad constante y emite un sonido de frecuencia constante. El observador escucha que la frecuencia cambia de 490 Hz a 410 Hz. La rapidez del sonido en el aire es de  $340 \text{ ms}^{-1}$ . Estime la rapidez del tren. [4]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B4: continuación)

**Parte 2** Cinemática

(a) Indique el principio de conservación de la energía. [1]

.....  
.....

(b) Un avión que parte del reposo acelera a lo largo de una pista recta horizontal y posteriormente despega. Discuta cómo se aplica el principio de conservación de la energía a los cambios energéticos que tienen lugar mientras el avión está acelerando a lo largo de la pista. [3]

.....  
.....  
.....  
.....

(c) La masa del avión es de  $8,0 \times 10^3$  kg.

(i) El coeficiente de rozamiento estático entre los ejes y las ruedas del avión es  $3,4 \times 10^{-2}$ . Estime la fuerza necesaria para vencer el rozamiento. [2]

.....  
.....

(ii) La fuerza media resultante sobre el avión, mientras se mueve a lo largo de la pista es 70 kN. La rapidez del avión justo cuando despega es  $75 \text{ m s}^{-1}$ . Estime la distancia recorrida a lo largo de la pista. [3]

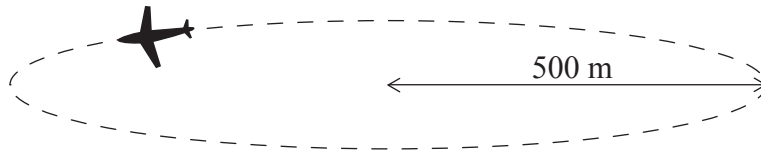
.....  
.....  
.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



*(Pregunta B4, parte 2: continuación)*

Cuando se aproxima a su destino, el piloto coloca al avión en modo de espera. Ello significa que el avión vuela con una rapidez constante de  $90 \text{ ms}^{-1}$  en una circunferencia horizontal de radio 500 m, como muestra el diagrama siguiente.



(d) Para el avión en el modo de espera,

(i) calcule el módulo de la fuerza resultante sobre el avión. [2]

.....  
.....

(ii) indique la dirección y sentido de la fuerza resultante. [1]

.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*





*(Pregunta B4, parte 2: continuación)*

Se suelta un paquete desde el avión en el modo de espera. La altura del avión es de 1000 m por encima del suelo.

- (e) (i) Suponiendo despreciables las fuerzas de rozamiento sobre el paquete, calcule la **velocidad** del paquete cuando choque con el suelo. [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique el efecto de la resistencia del aire sobre la dirección, calculada en (e) (i), en la que el paquete choca contra el suelo. [1]

.....

.....

